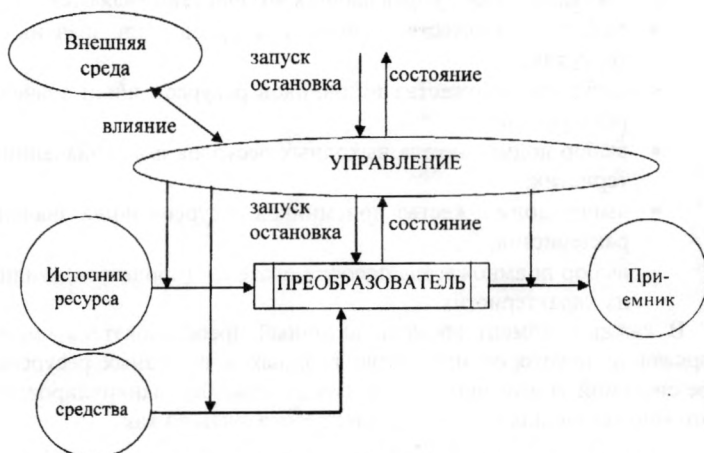


ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ РЕСУРСОВ КАК ЭЛЕМЕНТ ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Моделирование сложных систем преобразования ресурсов, включающих множество причинно-следственных связей, требует особого подхода, объединяющего в себе простоту описания и возможность проведения имитационных экспериментов с разрабатываемыми моделями. Существующие на сегодняшний день средства описания процессов не предоставляют возможности в полной мере моделировать сложные ситуации, в которых учитывались бы различные аспекты причинно-следственных связей, вследствие чего системы моделирования имеют ограниченный набор критериев, представляющих упрощенный вариант функционирования объектов, что ведет к неминуемому росту погрешности вычислительных экспериментов. В качестве основы для подобных систем могут использоваться различные теоретические подходы. В данной работе используется теория иерархических систем, отличительной чертой которой является явное выделение уровня управления.



Структура интеллектуального (активного) преобразователя

На рисунке изображена структура активного преобразователя, являющегося представителем простейших иерархических систем, который состоит из преобразователя, собственной системы управления, источников ресурсов и средств, приемника и внешней среды. Рассмотрим структуру активного преобразователя более подробно.

Преобразователь представляет собой формализованное описание процесса преобразования ресурсов и временных характеристик преобразования. Наличие собственной системы управления делает преобразователь активным и существенно расширяет функциональность пассивного преобразователя. Система

управления формирует сигналы управления преобразователем (сигналы запуска/остановки), входными и выходными потоками. В момент формирования сигнала запуска преобразования ресурсов осуществляется потребление входных ресурсов и средств преобразования, тем самым уменьшая объем источника ресурсов (при этом увеличивается объем входного буфера) и захватывая средства преобразования, а по прошествии некоторого времени (определяемого циклом преобразования) выпуск готовой продукции, увеличивая при этом объем приемника и уменьшая, соответственно, объем выходного буфера. В момент формирования сигнала остановки происходит полное освобождение средств преобразования.

Система управления определяет воздействия на преобразователь, основываясь на следующих факторах:

- количестве доступных входных и выходных ресурсов;
- состоянии источников и приемников ресурсов;
- собственном состоянии;
- состоянии внешней среды;
- целей активного элемента.

Возможными типами управляющих воздействий являются:

- выбор подмножества входных ресурсов и/или значений их характеристик;
- выбор подмножества источников ресурсов и/или значений их характеристик;
- выбор подмножества выходных ресурсов и/или значений их характеристик;
- выбор подмножества приемников ресурсов и/или значений их характеристик;
- выбор подмножества преобразователей (процессов) и/или значений их характеристик.

В каждый момент времени активный преобразователь имеет в своем распоряжении некоторое множество входных и выходных ресурсов (определенное системой управления), которыми он способен манипулировать. Обозначим это множество для i -го активного преобразователя как

$$R_i^+ = \{ r_{1,i}^+, r_{2,i}^+, \dots, r_{m,i}^+ \}, m = [1..k];$$

где R_i^+ - множество входных и выходных ресурсов;

$r_{j,i}^+$ - j -й входной/ выходной ресурс.

Каждый ресурс $r_{j,i}^+$, описываемый в модели, имеет множество параметров, характеризующих его индивидуальным образом, т.е. набор значений, определяемых в P , и является уникальным для каждого отдельного ресурса. Пусть P общий полный справочник всевозможных параметров различных ресурсов, т.е. P содержит наиболее полный перечень параметров, используемых при описании ресурсов в системе. Каждый i -й ресурс может описываться подмножеством r_i^+ множества P , в этом случае неиспользуемое подмножество r_i^- принимает значение неопределенности. При этом

Активный преобразователь обладает возможностью задания ограничений на потребляемые ресурсы. Определим структуру ограничений Z , которые накладываются на входной ресурс, потребляемый активным преобразователем, следующим образом:

$$Z = \{z_1, z_2, \dots, z_h\}, h = [1..h]$$

$$z_b = \{\lim_1^b, \lim_2^b, \dots, \lim_f^b\} | b = [1..h], f = [1..f]$$

$$\lim_x^b = \{pp^+_b, \lim, priority\} | x = [1..f];$$

$$pp^+_b \in P^+_b,$$

где P^+_b - множество параметров, определенных для b -го элемента

pp^+_b - параметр, определенный для b -го элемента множества.

priority – приоритет ограничения. Чем больше его значение, тем выше приоритет;

lim - ограничение.

Система управления реализует функциональную оболочку пассивного преобразователя, приводя в соответствие «пассивную» функциональность самого преобразователя с целями системы управления. Цели системы управления определяются в зависимости от качества функционирования всего преобразователя, которое определяется как функция (или функционал) на множестве базовых показателей (интегральных характеристик) интеллектуального преобразователя.

Для реализации механизма управления потоками ресурсов в модели используются управляющие механизмы. Управляющий механизм предназначен для определения способов и методов воздействия на поток ресурсов. С помощью управляющего механизма осуществляется регулирование процессов ограничения, распределения и объединения ресурсопотоков посредством реализации управляющих сигналов, сформированных системой управления.

На основе предложенного подхода разработана математическая модель, позволяющая описать иерархические системы преобразования ресурсов любой сложности. Иерархическая система описывается следующей структурой:

$$Z_{sys} = \langle O, U, RS, R, RES \rangle \quad (1)$$

где Z_{sys} – иерархическая система преобразования ресурсов;

$O = \langle o_1, o_2, \dots, o_k \rangle$ - множество преобразователей;

$U = \langle u_1, u_2, \dots, u_n \rangle$ - множество управляющих элементов, реализующих функциональную оболочку пассивного преобразователя, приводящих в соответствие «пассивную» функциональность самого преобразователя с целями иерархической системы. Цели иерархической системы определяются в зависимости от качества ее функционирования. Качество функционирования определяется как

функция (или функционал) на множестве базовых показателей иерархической системы преобразования ресурсов в целом;

$RS = \langle rs_1, rs_2, \dots, rs_m \rangle$ - множество ресурсопотоков между элементами системы;

$R = \langle r_1, r_2, \dots, r_m \rangle$ - множество механизмов управления, реализующих возможность управления ресурсопотоками;

$RES = \langle rs_1, rs_2, \dots, rs_j \rangle$ - множество ресурсов, j - количество разнотипных ресурсов, определяемых в системе.

При помощи разработанного математического аппарата описана модель интеллектуального преобразователя как представителя простейших иерархических систем. В дальнейшем интеллектуальный преобразователь использовался как базовый класс для описания более сложных моделей.

В качестве примера в работе рассматривается двухуровневая иерархическая макроэкономическая модель круговорота ресурсов. Нижний уровень интеллектуальных преобразователей ресурсов в модели представлен отраслями и домашними хозяйствами, ведущими свою трудовую деятельность в соответствующих отраслях. Второй уровень - государственными органами.

Следует отметить, что если предприятие и домашнее хозяйство реализуют производственную и социальную составляющую модели, то государство выполняет в модели 2 роли. Как предприятие государство потребляет различные типы ресурсов (в том числе и трудовые). Но, поскольку основная функция государственных структур - регулятивная, то параллельно с производственной функцией государство выполняет роль всей системы управления в целом. В модели также учтено, что инструменты воздействия государства на другие субъекты макроэкономической модели ограничены и определяются механизмами, которыми наделены государственные структуры. Как правило, это регулирующие функции, которые в модели реализуются за счет ограничения доступа к ресурсам. Нормативные и законодательные акты, являющиеся результатом деятельности государственных структур, также служат для ограничения входных и выходных потоков. Кроме того, государственное управление осуществляется посредством наложения ограничений на наценку.

Для каждого элемента модели были разработаны алгоритмы их функционирования и сведены в библиотеку моделей поведения, которые могут быть использованы для разработки новых или для модернизации уже имеющихся моделей.

В качестве источников данных использовались следующие статистические данные:

- 1) статистические таблицы «Затраты-выпуск» России. Данные таблицы являются основой для моделирования деятельности отраслей (предприятий) по выпуску продукции;

- 2) сводная информация о социально-экономическом развитии муниципального образования.

В настоящий момент система прогнозирования находится в стадии интеграции в существующую систему анализа социально-экономического развития г.Екатеринбурга, готовится вычислительный эксперимент.